Les ondes mécaniques progressives

I-Les ondes mécaniques:

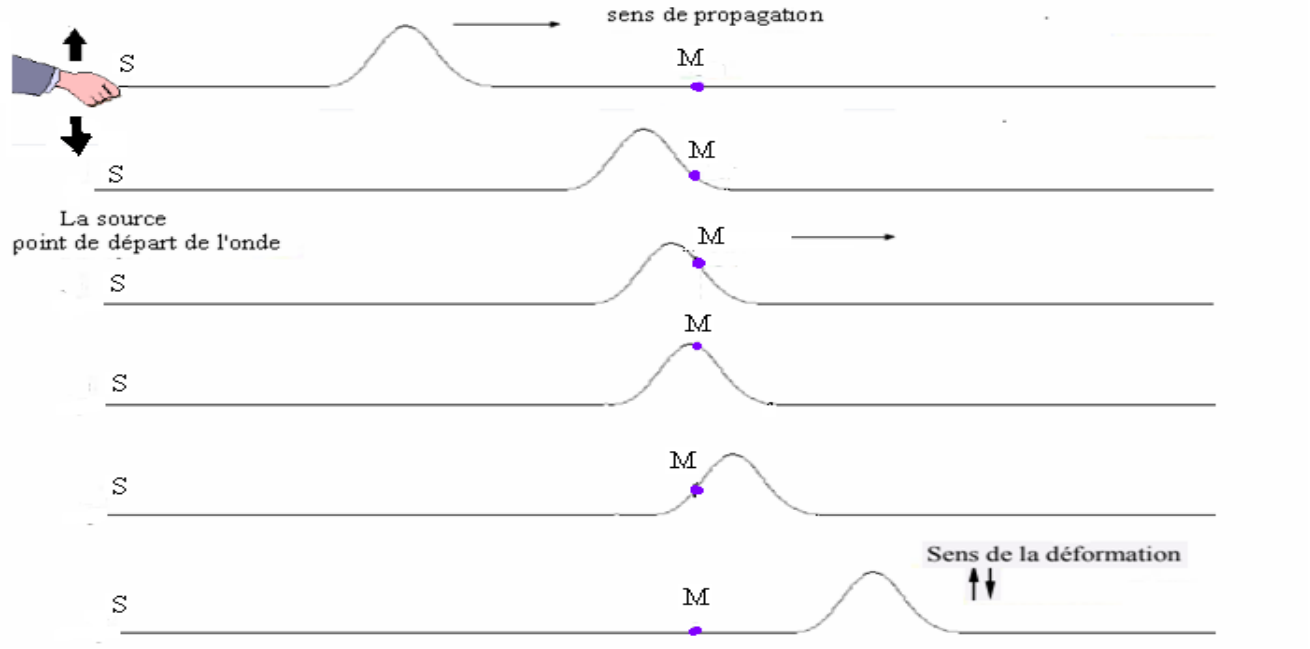
1)Définition:

L'onde mécanique est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel élastique sans transport de la matière.
L'onde est transversale si la déformation du milieu matériel est perpendiculaire à la direction de sa propagation.
L'onde est longitudinale si la déformation du milieu matériel est parallèle à la direction de sa propagation.

2)Exemples d'ondes mécaniques transversales:

a) Propagation d'une onde mécanique le long d'une corde:

On provoque une perturbation verticale à l'une de ses extrémités d'une corde élastique tendue horizontalement.
On constate que la perturbation se propage le long de la corde comme l'indique la figure suivante:



(corde = milieu unidimensionnel)

-La propagation d'une onde mécanique nécessite un milieu matériel (gaz, liquide ou solide).
- Dans la cas précédent, la corde qui est milieu de propagation est un milieu matériel, donc il s'agit d'une onde mécanique.
- Chaque point M de la corde , lorsque l'onde l'atteint se déplace verticalement (perpendiculairement) à la direction de propagation : l'onde est donc transversale.
-Après le passage de l'onde, chaque point M de la corde reste à sa place, donc lors de sa propagation l'onde ne transporte pas la matière mais elle transporte l'énergie.

b) Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau:

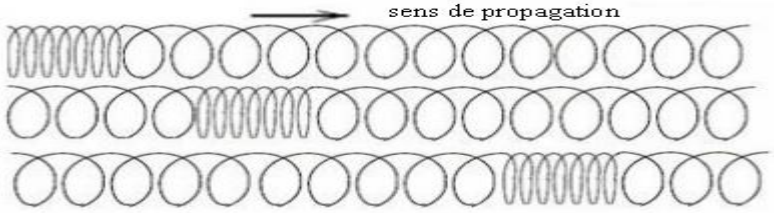
On provoque une onde circulaire à la surface de l'eau en jetant une pierre dans l'eau (milieu bidimensionnel).

On constate que le morceau de liège placé à la surface de l'eau lorsque l'onde l'atteint se déplace verticalement et il reste à sa place après le passage de l'onde: donc il s'agit d'une onde mécanique transversale.

3)Exemples d'ondes mécaniques longitudinales:

a) Exemple 1:

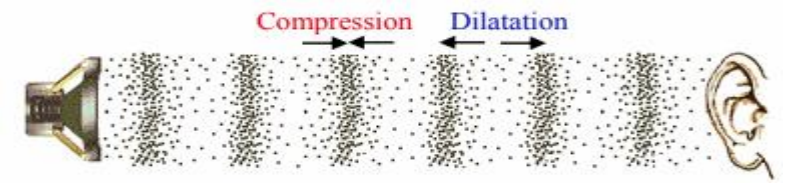
On comprime quelques spires à l'une des extrémités d'un ressort tendu horizontalement sur une table puis on les lâche brusquement.



On constate la propagation de l'onde le long du ressort parallèlement à la direction de propagation, donc il s'agit d'une onde mécanique longitudinale. (Le ressort= milieu matériel unidimensionnel)

Exemple 2:

Le son est une onde mécanique longitudinale tridimensionnelle: sa propagation nécessite la présence d'un milieu materiel (l'air par exemple mais aussi n'importe quel milieu gazeux, liquide ou solide.)
Le son ne se propage pas dans le vide (absence de la matière)..



La propagation du son est due à la compression et la dilatation des constituants du milieu de propagation.

4)Vitesse de propagation d'une onde:

a)Définition:

La vitesse de propagation d'une onde (nommée célérité) est égale à la distance parcourue au temps mis à la parcourir.

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad \text{en (m/s)}$$

b)Cas de propagation le long d'une corde:

La vitesse de propagation d'une onde le long d'une corde est donnée par la relation suivante:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T: tension de la corde en (N).

μ :masse linéaire de la corde en (kg/m). avec : $\mu = \frac{m}{L}$

Cas de propagation d'une onde le long d'une corde tendue:

La vitesse de propagation d'une onde le long d'une corde est donnée par la relation suivante: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ avec : $\mu = \frac{m}{L}$

T: tension de la corde en (N).

μ : masse linéaire de la corde en (kg/m)

Exemple d'application:

Une onde se propage le long d'une corde tendue de masse m=100g et de longueur l=8m et sa tension T=5N.

1) Calculer la vitesse (célérité) de propagation de l'onde.

2) Quelle est le temps mis par l'onde pour parcourir la corde toute entière ?

----------réponses----------

1) La masse linaire de la corde: $\mu = \frac{m}{l} = \frac{0,1}{8} == 0,0125 kg/m$

vitesse de propagation de l'onde: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{5}{0,0125}} = 20 m/s$

2) temps mis par l'onde pour parcourir la corde toute entière : $\Delta t = \frac{\ell}{v} = \frac{8}{20} = 0,4 s$

5)Notion de retard temporaire:

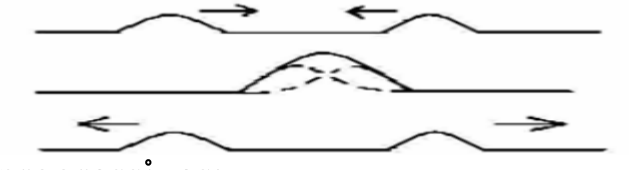
Chaque point M du milieu de propagation est atteint par l'onde émise par la source S à l'instant t=0 avec un retard temporaire $\tau = \frac{SM}{v}$.

(Tout point M répète le même mouvement de la source S avec un retard : $\tau = \frac{SM}{v}$) v : étant la célérité de propagation de l'onde.

La relation entre l'élongation d'un point M du milieu de propagation et celle de la source est : $y_M(t) = y_S(t-\tau)$ avec : $\tau = \frac{SM}{v}$.

Remarque:

Lorsque deux ondes mécaniques se croisent elles se superposent sans se perturber. (Leurs amplitudes s'ajoutent algébriquement) et après leur croisement chaque onde reprend sa forme propre et continue sa propagation avec sa même vitesse.



II-Les ondes mécaniques progressives:

1)Définition:

Une onde progressive est une série d'ébranlements identiques résultant d'une vibration entretenue de la source des ondes.

2)Exemple:

En faisant tomber l'eau successivement à la surface libre d'une eau, goutte par goutte, à l'aide d'un robinet on obtient une onde mécanique progressive.

Sbiro Abdelkrim sbiabdou@yahoo.fr